

Селезов А.В., Кашайкин С.И., Добрин Д.А. Восстановление корпусов масляных насосов дизельных двигателей комбинированным методом // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №1 (январь). – АРТ 68-эл. – 0,2 п.л. - URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

РУБРИКА: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.793.79: 621.794.61

Селезов Артём Викторович
Кашайкин Сергей Иванович
Добрин Дмитрий Александрович

студенты 1 курса магистратуры, факультет машиностроительных технологий

Научный руководитель: Денисов В.А., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана»
г. Москва, Российская Федерация
e-mail: selezov_artem@mail.ru

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОРПУСОВ МАСЛЯНЫХ НАСОСОВ
ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ**

Аннотация: В статье приведен метод восстановления корпусов масляных насосов холодным газодинамическим напылением с последующим упрочнением покрытия микродуговым оксидированием. Показана рациональность и экономическая эффективность применения данного метода.

Ключевые слова: холодное газодинамическое напыление, микродуговое оксидирование, корпус, масляный насос, восстановление.

Selezov Artem Viktorovich
Kashaikin Sergey Ivanovich
Dobrin Dmitry Aleksandrovich

1st year magistracy students, faculty of engineering technologies
Supervisor: Denisov V.A., Doctor of Technical Science, Professor
FGBOU VO «Bauman Moscow State Technical University»
Moscow, Russian Federation

RESTORATION OF CASES OF OIL PUMPS OF DIESEL ENGINES BY COMBINED METHOD

Abstract: The article presents a method for restoring the housings of oil pumps by cold gas-dynamic spraying with subsequent hardening of the coating by microarc oxidation. The rationality and economic efficiency of this method is shown.

Keywords: cold gas-dynamic spraying, microarc oxidation, body, oil pump, recovery.

Более двух с половиной тысяч автобусов ЛиАЗ-5256 и ЛиАЗ-6212, оснащенных дизельными двигателями Caterpillar модели 3116 и 3126Е успешно работают в большинстве регионов России. Но для поддержания зарубежных дизельных двигателей в работоспособном состоянии необходимо иметь современные технологии по ремонту узлов и агрегатов, а также по восстановлению деталей и их соединений.

Масляный насос определяет ресурс двигателя и является основным элементом в системе смазки, обеспечивающим рабочее давление жидкости. Отсутствие давления в системе приводит к повышенному износу трущихся частей двигателя, вплоть до его заклинивая. Основной показатель работоспособности шестеренного насоса дизельного двигателя – объемный КПД, зависящий от утечек рабочей жидкости через зазоры, образованные

головками зубьев и корпусом насоса. Причинами износа являются: естественный износ, ухудшение свойств масла вследствие старения, посторонние загрязнения, попадания антифриза и т.п.

В настоящее время слабо развито ремонтное производство масляных насосов дизельных двигателей Caterpillar. Насос утилизируется в сборе после износа колодцев корпуса, когда зазор превышает 0,3 мм и насос перестает обеспечивать достаточную производительность. Поставка новых корпусов не производится, но утилизация экономически не оправдана из-за того, что другие детали имеют существенный остаточный ресурс. Поэтому разработка и внедрение технологии восстановления корпусов масляных насосов импортных дизельных двигателей является приоритетной задачей [1-3].

Метод холодного газодинамического напыления

Холодное газодинамическое напыление различных металлов относится к современным методам модификации структуры и свойств поверхности. Суть метода заключается в процессе формирования металлического покрытия при соударении «холодных» частиц – порошков металлов и его сплавов, разогнанных газовым потоком до сверхзвуковой скорости, с поверхностью обрабатываемой детали (рисунок 1).

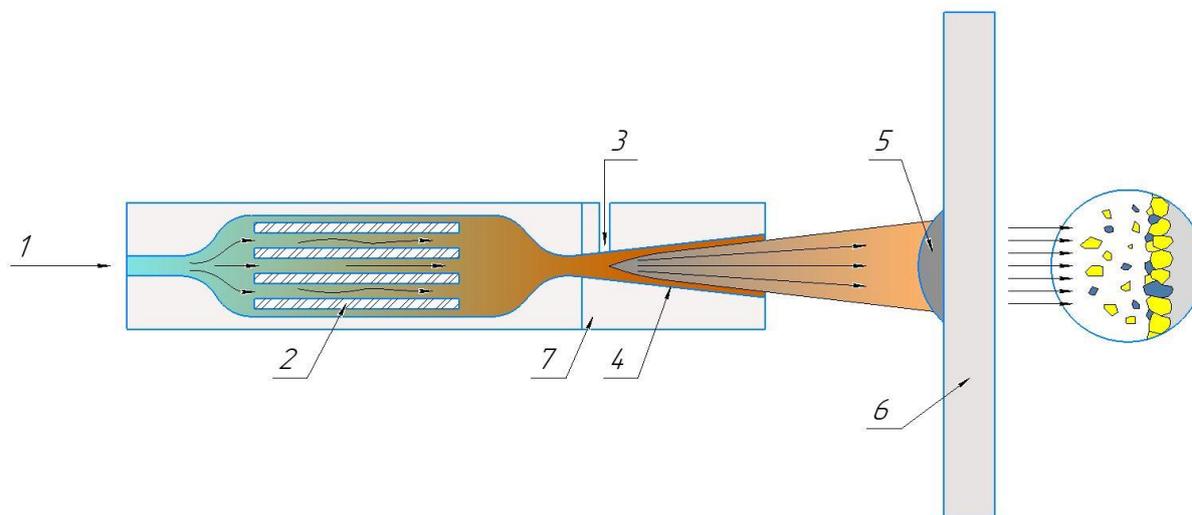


Рисунок 1 – Принципиальная схема технологии напыления

1 – сжатый воздух, 2 – нагревательные элементы, 3 – порошковый материал, 4 – сверхзвуковое сопло, 5 – формируемый слой, 6 – подложка, 7 – сменная часть сопла.

Частицы называют «холодными» вследствие того, что их температура не превышает температуру плавления. При ударе металлических частиц о восстанавливаемую поверхность происходит их пластическая деформация, кинетическая энергия преобразуется в тепло и энергию связи с подложкой. Этот метод обеспечивает формирование однородного слоя с плотно упакованными металлическими частицами.

Для получения сверхзвуковых скоростей газ предварительно подогревается и под избыточным давлением подается в сверхзвуковое сопло Лаваля. За счет адиабатического расширения и резкого снижения давления в области, расположенной за соплом, мелкодисперсные частицы порошка из пластичных металлов с зернистостью 5-20 мкм попадают в поток газа, которым они ускоряются, и приобретают необходимую скорость и энергию.

Метод обладает рядом преимуществ относительно широко известных и схожих методов газотермического напыления. Но отличия существенные, здесь отсутствует окисление напыляемого металла и низкая температура восстанавливаемой детали (до 150 °С), в результате чего не наблюдается структурных изменений металла и температурных деформаций. Также покрытия обладают однородностью, низкой пористостью (1 – 3 %), высокой адгезией и когезией (30 – 70 МПа).

На текущий момент метод холодного газодинамического напыления хорошо отработан и имеет множество применений, среди которых восстановление изношенных колодцев корпусов масляных насосов (рисунок 2).



а



б

Рисунок 2 – Изношенные колодцы корпусов шестеренных масляных насосов дизельных двигателей

а – корпус Caterpillar-3116; б – корпус Caterpillar-3126E

Для восстановления работоспособности корпусов насосов использовалась установка типа «ДИМЕТ-405» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Установка «ДИМЕТ-405»

1 – питатель порошка для пескоструйной обработки, 2 – питатель порошка для нанесения покрытий, 3 – регулятор производительности по покрытию, 4 – сопловый блок, 5 – манометр, 6 – тумблер включения установки, 7 – регулятор тепловых режимов,

8 – переключатель питателей.

На этой установке производится пескоструйная обработка изношенных поверхностей колодцев корпусов масляных насосов. Для очистки и абразивной подготовки поверхности под напыление используется оксид алюминия (марка К-00-04-16). Абразивная подготовка обеспечивает сглаживание поверхности, уменьшая шероховатость, что способствует получению более качественного покрытия.

После пескоструйной обработки на подготовленную поверхность при помощи той же установки наносится порошок, выбранный в результате сравнительного исследования износостойкости покрытий металлических порошков на основе никеля N3-00-02, меди С-01-11 и алюминия А-80-13.

Проанализировав данные исследования можно сказать, что покрытия на основе никеля обладают лучшими трибологическими свойствами среди исследуемых образцов и обладают минимальным износом. У покрытий на основе меди также замечен малый износ, а покрытия на основе алюминия обладают самыми низкими трибологическими свойствами, но по результатам первой части эксперимента они превосходят показатели материала из которого изготовлен корпус масляного насоса – алюминиевый литейный сплав АК9ч.

Таким образом, для восстановления корпусов масляных насосов был выбран порошок на основе алюминия (А-80-13), т.к. применение более дорогостоящих порошков на основе меди и никеля в данном случае не рационально. Характеристики получаемого покрытия приближены к материалу исходной детали и даже незначительно превосходят её по трибологическим параметрам, т.е. можно утверждать об увеличении износостойкости напыленного покрытия в 10-15% относительно исходного материала детали.

Однако, холодное газодинамическое покрытие имеет ряд недостатков, таких как относительно малая износостойкость, повышенная пластичность, высокая химическая активность. Поэтому рекомендуется упрочнять полученных покрытия [1, 5-7].

Метод микродугового оксидирования

Было решено исследовать комбинированный метод получения покрытий – это холодное газодинамическое напыление (ХГДН) и микродуговое оксидирование (МДО) для увеличения микротвердости и износостойкости в несколько раз, чтобы увеличить ресурс масляного насоса в целом. МДО является модификацией поверхности и структурирование переходного слоя достигается реализацией последовательности из серий периодических формирующих электрических импульсов особой формы. Посредством управления амплитудой, длительностью, фронтами и срезами, фазовым соотношением, позиционным комбинированием и частотой импульсов происходит генерация плазменных разрядов. Они синтезируют твердые структуры металлокерамических соединений (композитов) высокотемпературных полиморфных модификаций из элементов материала основы с определенной избирательностью, зависящей от состава нормально-активирующей или нормально-пассивирующей среды (рН и состав электролита). Функциональная схема установки для микродугового оксидирования изображена на рисунке 4.

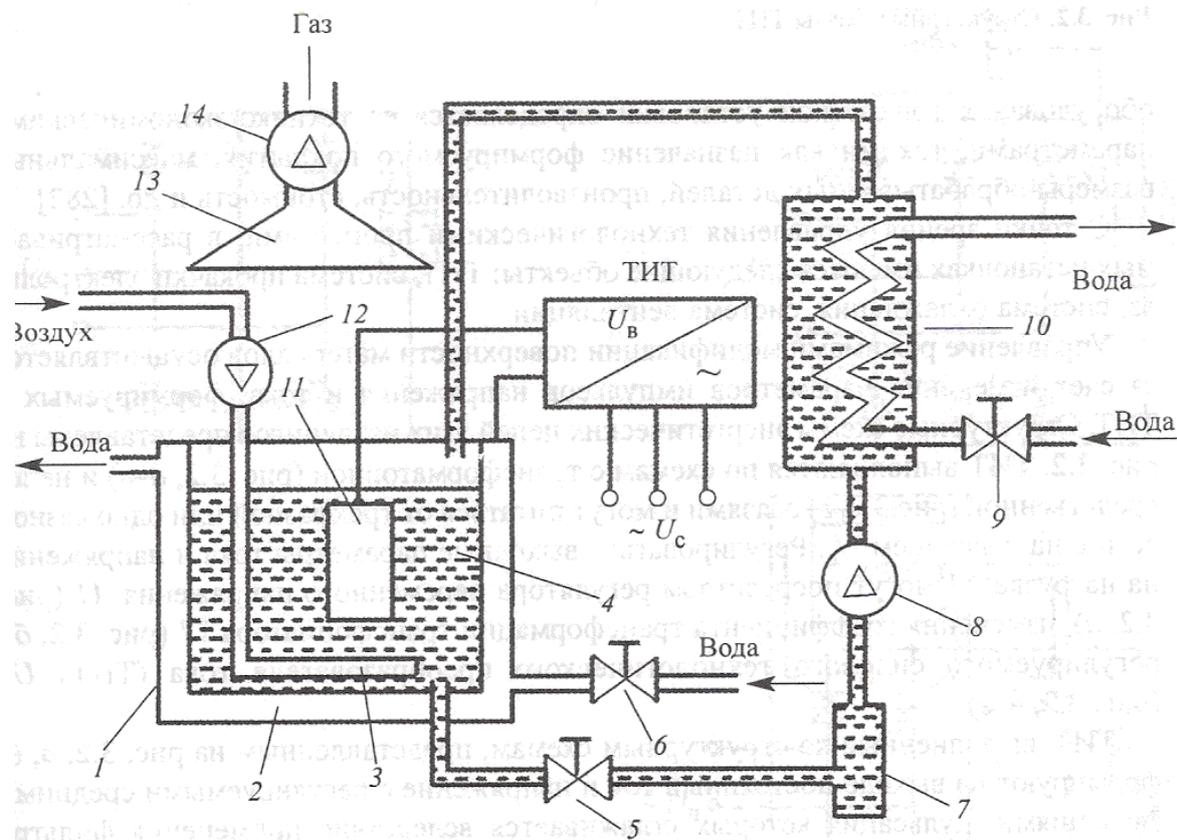


Рисунок 4 – Функциональная схема установки МДО

1 – гальваническая ванна; 2 – рубашка водяного охлаждения; 3 – барботер; 4 – электролит; 5, 6, 9 – запорная арматура; 7 – фильтр; 8 – водяной насос; 10 – бак с теплообменником; 11 – деталь; 12 – воздушный компрессор; 13 – вытяжной зонтик; 14 – вытяжной вентилятор

Микроструктура алюминиевого образца с покрытием ХГДН + МДО изображена на рисунке 5.

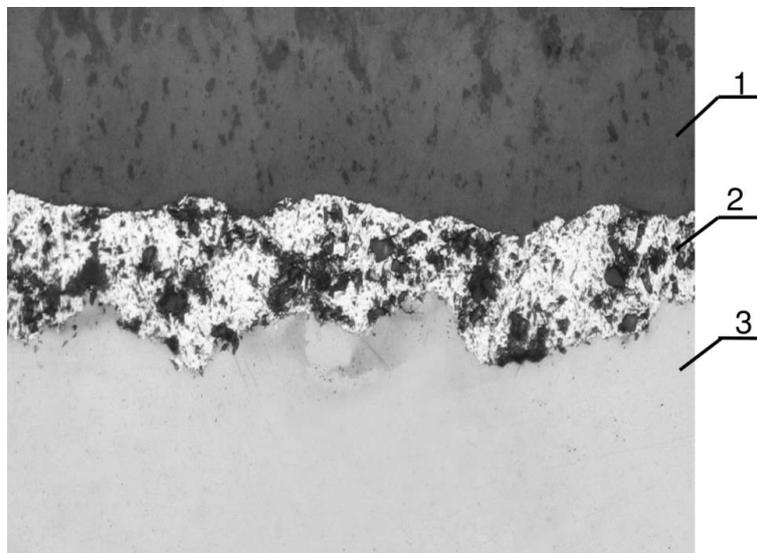


Рисунок 5 – Типичная микроструктура покрытий

1 – оксидно-керамический слой, полученный МДО на напылённой поверхности; 2 – переходный слой в виде ХГДН покрытия; 3 – металлическая основа

Данный метод позволяет получить керамикоподобное покрытие с высокими механическими свойствами – твердостью и износостойкостью, а также высокой стойкостью в химически активных средах. Большая твердость достигается наличием частиц корунда, второго по твердости после алмаза [8-10].

Исходя из анализа литературных источников и результатов исследований, можно утверждать, что износостойкость упрочненных покрытий микродуговым оксидированием будет в 5-7 раз выше относительно алюминиевого сплава без покрытий, принятого за эталон сравнения [4].

Стоимость восстановления корпусов насосов ХГДН напылением не превышает 10-15% от стоимости покупки нового насоса. По предварительным оценкам стоимость восстановления комбинированным методом не будет превышать 25-30%, но это незначительное удорожание

технологии восстановления позволит продлить ресурс насоса минимум в 2-3 раза.

В результате литературного анализа и собственных наработок был найден перспективный метод упрочнения ХГДН-покрытий микродуговым оксидированием применительно к уже существующей технологии восстановления корпусов масляных насосов ХГДН напылением, но все еще редко используемую из-за следующих недостатков – относительно малой износостойкости, повышенной пластичности и высокой химической активности, которые нивелируются последующим нанесением микродугового покрытия.

Список использованной литературы:

1. Селезов А.В. Выпускная квалификационная работа бакалавра, МГТУ им. Н.Э. Баумана, – 2018.
2. Лялякин В.П., Костюков А.Ю., Денисов В.А. Особенности технологии восстановления корпуса масляного насоса дизеля Caterpillar газодинамическим напылением, Сварочное производство, – 2015. №1. С.27-29.
3. Голубев И.Г. Восстановление деталей как направление импортозамещения запасных частей сельскохозяйственной техники, XVIII Международная научно-практическая конференция. – 2015.
4. Кулаков К.В. Технология восстановления деталей из алюминиевых сплавов газодинамическим напылением с упрочнением микродуговым оксидированием, Диссертация. - 2006.
5. Алхимов А. П., Клинков С. В., Косарев В. Ф., Фомин В. М. Холодное газодинамическое напыление. Теория и практика. – М. Физматлит, 2010, 536 с.
6. E. Irissou, J.-G.Legoux, A.N.Ryabinin, B.Jodoin, C.Moreau. Review on Cold Spray Process and Technology: Part I – Intellectual Property. Journal of Thermal Spray Technology, 2008, V. 17(4), pp. 495–516.
7. Новиков В.С. Обеспечение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин. Дисс. д-ра техн. Наук 05.20.03. // Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве. М.: Моск. гос. агроинженер. ун-т им. В.П. Горячкина., 301 с., 2009.
8. Кривоносова Е.А., Горчаков А.И., Щербаков Ю.В. Структура и свойства покрытий при микродуговом оксидировании // Сварочное производство. – 2013. – № 10. – С. 27–31.

9. Кривоносова Е.А., Горчаков А.И., Щербаков Ю.В. / Легирование через электролит при микродуговом оксидировании алюминия // Сварка и диагностика, 2013, №4, С.13 – 15
10. Пономарев И.С., Кривоносова Е.А., Горчаков А.И. Особенности влияния электрических режимов на процесс микродугового оксидирования // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. - 2013. - Т. 15, № 4. - С. 99 - 103.

Дата поступления в редакцию: 15.01.2019 г.

Опубликовано: 22.01.2019 г.

© Академия педагогических идей «Новация». Серия «Студенческий научный вестник», электронный журнал, 2019

© Селезов А.В., Кашайкин С.И., Добрин Д.А., 2019